

## PEMANFAATAN SIG UNTUK MONITORING KEBOCORAN JARINGAN PIPA PDAM DI KABUPATEN DEMAK

Rr. Yossia Herlin A.<sup>1)</sup>, Arief Laila N. S.T.,M.Eng<sup>2)</sup>, Ir. Sutomo Kahar, M.Si<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Diponegoro Semarang

<sup>2)</sup> Dosen Pembimbing I Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>3)</sup> Dosen Pembimbing II Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang

### Abstrak

Kebocoran memang merupakan masalah yang umum dihadapi oleh PDAM. Di Indonesia tingkat kebocoran air pada saluran distribusi PDAM saat ini masih cukup tinggi yaitu diantara 20-30% di tiap daerah. Penanganan kebocoran sangat berkaitan erat dengan informasi jaringan yang kemudian disajikan ke dalam SIG (Sistem Informasi Geografis) sebagai representasi informasi pemetaan jaringan pipa distribusi di PDAM secara geometris.

Untuk mendapatkan SIG jaringan pipa distribusi PDAM, dilakukan pemetaan jaringan distribusi pipa menggunakan GPS navigasi dan didukung atribut-atribut informasi perpipaan seperti diameter dan panjang pipa. Selanjutnya untuk menganalisis jaringan distribusi pipa menggunakan software *EPANET* 2.0, dari kedua metode tersebut dapat dianalisis kondisi jaringan eksisting yang ada untuk mengetahui daerah yang mengalami rawan kebocoran.

Hasil yang diperoleh dari analisis *EPANET* jaringan pipa eksisting (kondisi jam puncak), mengalami *pressure* tertinggi sebesar 59,91 m, *head* tertinggi sebesar 89,92 m<sup>2</sup>, *flow* (debit aliran) tertinggi sebesar 8,54 LPS, *velocity* (kecepatan aliran) tertinggi sebesar 0,92 m/s, *Unit headloss* (kehilangan tekanan) tertinggi sebesar 35,70 m/km. Hasil simulasi *EPANET* disajikan pada SIG berupa peta jaringan distribusi dan perhitungan kebocoran dengan membandingkan jumlah air distribusi dan air terjual, yang menunjukkan tingkat kehilangan air/kebocoran tertinggi pada tahun 2012 terdapat pada bulan Desember yaitu sebesar 10785 m<sup>3</sup> dan pada tahun 2013 terdapat pada bulan Januari yaitu sebesar 6298 m<sup>3</sup>.

**Kata kunci:** Kebocoran, PDAM, SIG, *EPANET*

### PENDAHULUAN

PDAM Demak merupakan perusahaan daerah yang menyuplai kebutuhan air bersih bagi penduduk kabupaten Demak. Untuk menjangkau masyarakat di seluruh wilayah Kabupaten Demak, Pemerintah Kabupaten Demak juga telah membangun beberapa unit pengolahan air bersih di kecamatan dan beberapa PAMSIMAS di pedesaan. Tuntutan pelayanan yang optimal dari masyarakat

Demak memberikan dorongan bagi PDAM Demak untuk meningkatkan kinerjanya. Pengorganisasian dari tubuh PDAM Demak yang baik ditambah dengan peningkatan SDM pegawai PDAM akan meningkatkan performa pelayanan kepada masyarakat. Disamping itu diperlukan peralatan dan perlengkapan yang memadai dan mengikuti perkembangan zaman sebagai sarana memberikan pelayanan yang terbaik bagi masyarakat Demak.

Kebocoran memang merupakan masalah yang umum dihadapi oleh PDAM. Di Indonesia tingkat kebocoran air pada saluran distribusi PDAM saat ini masih cukup tinggi yaitu berkisar diatas 30% di tiap daerah. Hal ini disebabkan karena pihak PDAM tidak dapat mengetahui secara cepat jika terjadi kebocoran pada saluran distribusinya. Pada prinsipnya penanganan kebocoran sangat berkaitan erat dengan informasi jaringan yang kemudian dituangkan ke dalam sistem informasi geografis. Masih banyak terjadi di beberapa PDAM, informasi jaringan perpipaan (*as built drawing*) tidak tersedia secara tersistem.

Dengan adanya *software* yang dapat mensimulasikan sistem distribusi air minum pada wilayah tertentu sehingga dapat memodelkan sistem distribusi air sebagai kumpulan *node* yang dihubungkan oleh *link*. *Link* yang dimaksud disini adalah pipa, pompa, dan *valve*. Dengan menggunakan *EPANET 2.0*, dapat terlihat secara menyeluruh gambaran aliran air yang terjadi pada perpipaan distribusi pada waktu yang kontinu. Sehingga dengan demikian bisa dilakukan sebuah monitoring terhadap sistem perpipaan distribusi.

### **Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat diambil suatu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana melakukan pemetaan jaringan pipa distribusi PDAM Kabupaten Demak ?
2. Bagaimana pembentukan simulasi jaringan pipa distribusi PDAM dengan menggunakan *EPANET 2.0* ?

3. Bagaimana melakukan perhitungan kebocoran air jaringan pipa distribusi PDAM dan menentukan estimasi daerah yang mengalami kebocoran?

#### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian dari Tugas Akhir ini antara lain :

1. Pemetaan jaringan pipa distribusi PDAM Kabupaten Demak.
2. Pembentukan simulasi jaringan pipa distribusi PDAM dengan menggunakan *EPANET 2.0*.
3. Menghitung debit kebocoran air dari analisis simulasi jaringan pipa distribusi PDAM dengan menggunakan *EPANET 2.0* dan menentukan estimasi daerah yang mengalami kebocoran.

#### **Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini antara lain :

1. Daerah yang dilakukan penelitian adalah PDAM Unit Kecamatan Wonosalam.
2. Pembentukan pemodelan jaringan pipa distribusi menggunakan *software EPANET 2.0*.
3. Pemodelan jaringan terbatas pada jaringan pipa primer dan sekunder.
4. Untuk bisa menjalankan simulasi dengan *software EPANET 2.0* diperlukan data-data pendukung seperti : Peta jaringan, letak-letak aksesoris, diameter dan panjang pipa, elevasi peta jaringan, pemakaian air tiap jam dan kebutuhan debit pada tiap *node*.
5. Menghitung kebocoran dilakukan berdasarkan analisis simulasi *EPANET 2.0*.

#### **TINJAUAN PUSTAKA**

##### **PDAM Kabupaten Demak**

PDAM atau Perusahaan Daerah Air Minum merupakan salah satu unit usaha milik daerah, yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum. Kabupaten Demak terdiri dari 14 Kecamatan, 243 Desa dan 6 Kelurahan. Dengan jumlah penduduk pada tahun 2011 adalah sebanyak 1.063.768 jiwa. Sampai saat ini, PDAM Kabupaten Demak baru bisa melayani sekitar

19,82% dari total jumlah penduduk Kabupaten Demak, atau sekitar 33.878 pelanggan.

Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat, pada tahun 2009 dilakukan pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Wonosalam, kapasitas terpasang adalah 20 liter/detik dengan jam operasi 19 jam/hari, sampai bulan Agustus 2013 melayani 2907 pelanggan di Kecamatan Wonosalam.

### **Sistem Distribusi Air**

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidran kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan, dan reservoir distribusi. Sistem distribusi air minum terdiri atas perpipaan, katup-katup, dan pompa yang membawa air yang telah diolah dari instalasi pengolahan menuju pemukiman, perkantoran dan industri yang mengkonsumsi air.

Suplai air melalui pipa induk mempunyai dua macam sistem:

a. *Continuous system*

Dalam sistem ini air minum yang disuplai ke konsumen mengalir terus menerus selama 24 jam.

b. *Intermittent system*

Dalam sistem ini air bersih disuplai 2-4 jam pada pagi hari dan 2-4 jam pada sore hari.

### **Jaringan Distribusi**

Ada tiga metode dalam jaringan pipa yaitu (Al Layla,1980):

a. Sistem cabang

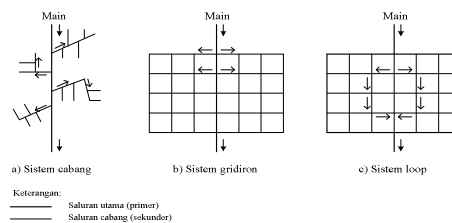
Sistem ini sama seperti cabang pada pohon dengan pipa utama, pipa sekunder yang dihubungkan dengan gedung.

b. Sistem gridiron

Pada metode ini semua pipa tersambung dan tidak ada yang terputus pada ujungnya. Air dapat menjangkau lebih seluruh tempat.

c. Sistem melingkar

*Loop* dapat menambah tekanan pada daerah pelayanan. Pada daerah yang strategis seperti kota tekanan akan dapat bertambah. Keuntungan dan kerugian sama dengan sistem gridiron



**Gambar 1** Metode Sistem Distribusi

(Al Layla, 1980)

### Fluktuasi Penggunaan Air

Fluktuasi penggunaan air bersih adalah variasi penggunaan air yang dilakukan oleh konsumen dari waktu ke waktu dalam skala jam, hari, minggu, bulan, dan tahun yang hampir secara terus-menerus. Penggunaan air bersih ada kalanya lebih kecil daripada kebutuhan rata-ratanya dan ada kalanya sama atau lebih besar daripada rata-ratanya.

- Kebutuhan Harian Rata-Rata merupakan rata-rata pemakaian air dalam satu hari baik untuk kebutuhan domestik maupun non domestik.
- Kebutuhan Hari Maksimum merupakan kebutuhan air dalam satu hari yang terbesar dalam waktu kurun waktu satu tahun.
- Kebutuhan Jam Puncak merupakan kebutuhan air dalam satu jam yang terbesar dalam kurun waktu satu hari.

### Kebocoran Air

Kebocoran dan pembuangan air adalah dua jenis kehilangan air yang harus diperhitungkan dalam mengelola sistem penyediaan air bersih yang baik.

- Kehilangan Air Tercatat

Kehilangan air tercatat merupakan sebagian besar dari salah satu rangkaian operasi dan pemeliharaan sistem penyediaan air minum.

b. Kehilangan Air Tak Tercatat

Kehilangan air tak tercatat adalah kehilangan air yang dapat berupa kebocoran nyata dan kebocoran tidak nyata.

### **SIG (Sistem Informasi Geografis)**

SIG adalah Sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk Input, menyimpan, analisis/manipulasi dan *display* data spasial, untuk pemecahan problema terkait kebumihan (Wolfgang Kainz, 1995).

Kondisi yang ada sekarang ini bahwa PDAM melakukan pengelolaan jaringan secara manual, dimana jaringan perpipaan di wilayah pelayanan dituangkan dalam lembar-lembar gambar. Selain itu belum ada integrasi antara gambar dan data, sehingga informasi hanya sebatas pada data-data sekunder tanpa mampu menganalisa data-data tersebut menjadi informasi (misalnya informasi hidrolis, sistem tekanan, debit dll.).

Sistem Informasi Geografis (SIG/GIS) dimungkinkan dimanfaatkan untuk menangani sistem distribusi air bersih di wilayah pelayanan PDAM. Adanya Sistem Informasi Geografis (SIG/GIS) untuk pengelolaan sistem distribusi air bersih ini diharapkan akan lebih meningkatkan kinerja PDAM yang lebih efisien, efektif dan meningkatkan pelayanan kepada pelanggan di wilayahnya.

### **EPANET**

EPANET adalah salah satu *software* distribusi yang *user friendly* dan banyak digunakan untuk menganalisa jaringan sistem distribusi. EPANET 2.0 adalah program komputer yang berbasis *windows* yang merupakan program simulasi yang didalamnya terdiri dari titik/*node/junction* pipa, pompa, *valve* dan *reservoir* baik *ground reservoir* maupun *reservoir* menara.

*Output* yang dihasilkan dari program EPANET 2.0 ini antara lain debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air dari masing masing titik/*node/junction*

yang dapat dipakai sebagai analisa dalam menentukan operasi instalasi, pompa dan *reservoir*.

### **Data Penelitian**

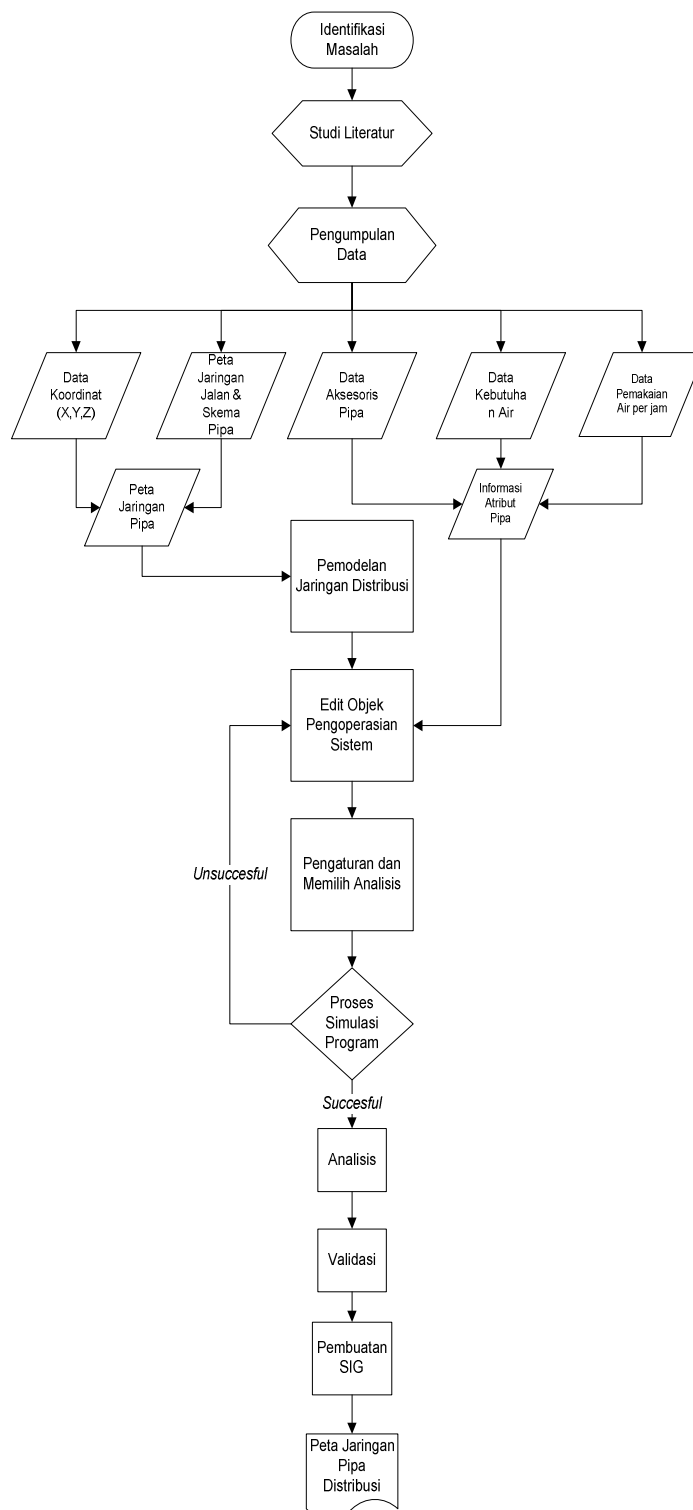
Data penelitian yang digunakan dalam Tugas Akhir ini antara lain :

1. Peta Jaringan Jalan Kecamatan Wonosalam 2010
2. Data diameter pipa
3. Data panjang pipa
4. Data koordinat *Node*
5. Data kebutuhan air tiap pelanggan pada bulan Agustus 2013
6. Data pemakaian air per jam selama satu minggu.
7. Data Produksi dan Distribusi Air 2012-2013

### **Peralatan Penelitian**

Perangkat Lunak (*Software*) yang digunakan terdiri dari :

1. *software Autocad Land Dekstop* 2004
2. *software EPANET* 2.0
3. *software Microsoft Visio* 2007
4. *software Microsoft Office* 2010
5. *software ArcMap* 9.3

**Metodologi Penelitian****Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Survei GPS Navigasi

Survei GPS navigasi dilakukan untuk pemetaan jaringan pipa distribusi dan melengkapi *input data node* pada sistem pengoperasian jaringan di *EPANET* 2.0. Informasi yang dibutuhkan untuk melengkapi simulasi pemodelan jaringan pipa distribusi adalah informasi elevasi di setiap *node*.

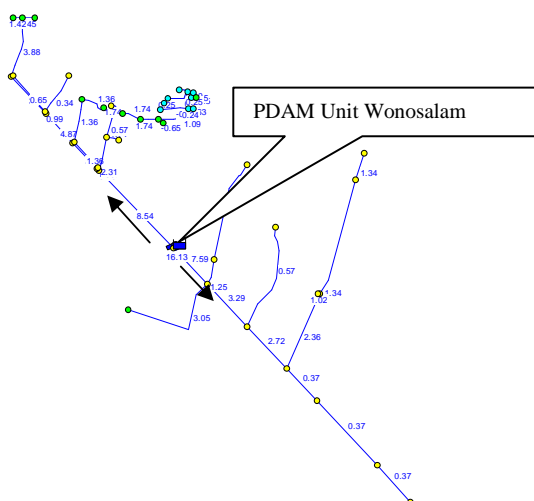
### Fluktuasi Penggunaan Air

Fluktuasi penggunaan air adalah variasi penggunaan air yang dilakukan oleh konsumen dari waktu ke waktu dalam skala jam, hari, minggu, bulan, dan tahun yang hampir secara terus-menerus. Pada pengoperasian *EPANET*, pola pemakaian air tiap jam digunakan untuk membuat *pattern*.

### Analisa Pemodelan Jaringan Menggunakan *EPANET* 2.0

Total jumlah pelanggan di PDAM Unit Wonosalam pada bulan Agustus 2013 adalah 2.380 pelanggan dengan pemakaian air sebesar 65205 m<sup>3</sup> dalam waktu satu bulan.

Simulasi pemodelan jaringan pipa distribusi diolah dengan *software EPANET*. Hasil dari simulasi dapat digunakan untuk analisis terhadap kondisi jaringan pipa distribusi di lapangan.



**Gambar 3.** Hasil Simulasi Jaringan Pipa Eksisting

Dari hasil simulasi di atas analisa jaringan pipa eksisting (kondisi jam puncak) adalah sebagai berikut :

1. Terjadi kondisi *pressure* tertinggi sebesar 59,91 m
2. Terjadi kondisi *head* tertinggi sebesar 89,82 m pada node 2.
3. Terjadi kondisi *flow* (debit aliran) tertinggi sebesar 8,54 LPS
4. Terjadi kondisi *velocity* (kecepatan aliran) tertinggi sebesar 0,92 m/s
5. Terjadi kondisi *Unit headloss* (kehilangan tekanan) tertinggi sebesar 35,70 m/km

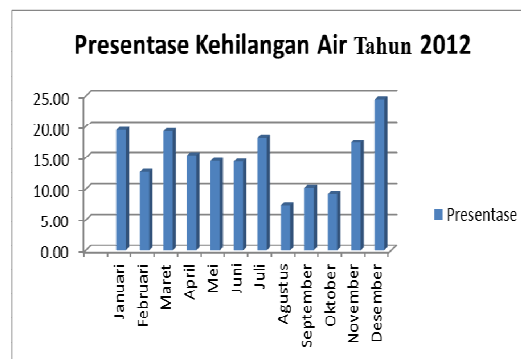
Analisa jaringan distribusi PDAM di Unit Wonosalam adalah simulasi menunjukkan jaringan tidak mampu memberikan tekanan yang cukup, *negative pressure* terjadi pada jam ke-19 waktu operasi. *Negative pressure* menggambarkan bahwa pada jam puncak akan terjadi ketiadaan air pada pipa-pipa yang mengalami *negative pressure* tersebut (survei lapangan menunjukkan bahwa *supply* air tidak sampai di Wilayah IV) yang disebabkan diameter pipa yang terlalu kecil dan jarak yang terlalu jauh sehingga distribusi air pada wilayah tersebut tersendat.

**Presentase Kebocoran Di PDAM Unit Wonosalam****Tabel I.1** Presentase Kehilangan Air Tahun 2012

Bulan	Presentase
Januari	19.48
Februari	12.84
Maret	19.29
April	15.35
Mei	14.47
Juni	14.38
Juli	18.24
Agustus	7.32

September	10.19
Oktober	9.14
November	17.49
Desember	24.50

*Sumber : Laporan Produksi  
PDAM Unit Wonosalam, 2012*

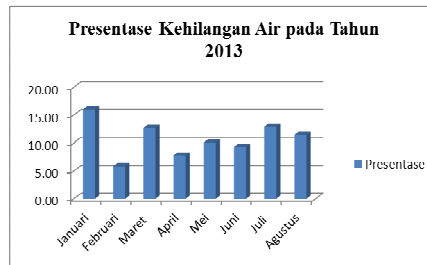


**Gambar 4.** Grafik Presentase Kehilangan Air Tahun 2012

**Tabel I.2** Presentase Kehilangan Air Tahun 2013

Bulan	Presentase
Januari	16.00
Februari	5.84
Maret	12.72
April	7.75
Mei	10.07
Juni	9.32
Juli	12.94
Agustus	11.44

*Sumber : Laporan Produksi  
PDAM Unit Wonosalam, 2013*



**Gambar 5.** Grafik Presentase Kehilangan Air Tahun 2013

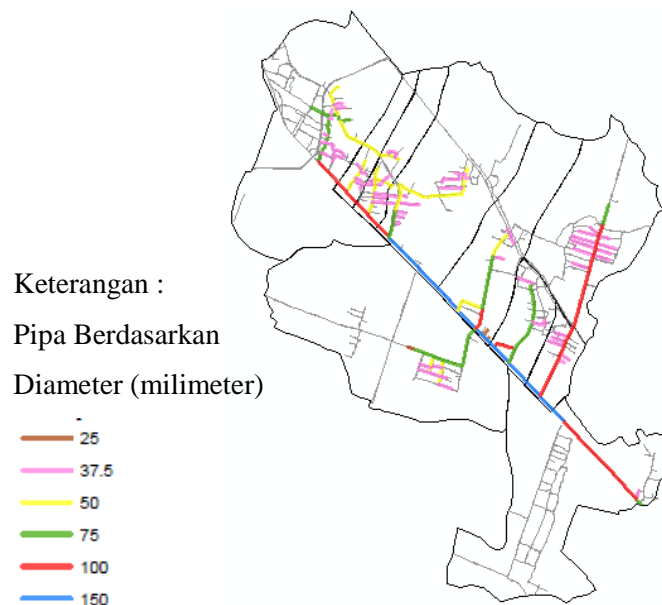
Analisis sistem distribusi pada wilayah Wonosalam menunjukkan adanya kebocoran di jalur distribusi tertinggi sebesar 24,50 % (Data per Desember 2012).

Hal ini dapat disebabkan oleh:

1. *Illegal connection*/sambungan liar dan pencurian air baik yang dilakukan melalui pipa primer/sekunder/tersier maupun penyadapan sebelum meter.
2. Pembacaan meter yang tidak akurat, tidak dibaca maupun kesalahan input data akibat meter rusak/ buram/ tertimbun/ rumah terkunci (kosong)/ pembacaan oleh pelanggan/stand meter mundur maupun *human error* operator.
3. Lemahnya penegakan hukum terhadap pelanggan yang menunggak di atas 3 bulan.
4. Meter air dirusak sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya.
5. Kebocoran fisik pada pipa-pipa, titik tapping maupun peralatannya.
6. Belum dijalankannya program *distrik metering Area* (DMA).

### Pembuatan SIG

Pemetaan jaringan pipa distribusi hasil survei GPS dilengkapi dengan informasi-informasi atribut pipa dan analisis *EPANET* menghasilkan peta seperti berikut :



**Gambar 6.** Peta Jaringan Pipa Distribusi PDAM Unit Wonosalam

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemetaan jaringan pipa distribusi dilakukan dengan survei GPS navigasi yang diorientasikan dengan bantuan peta jaringan jalan dan skema pipa jaringan sebagai peta dasar. Informasi lain yang dibutuhkan untuk melengkapi peta jaringan pipa distribusi adalah informasi atribut pipa yang didapatkan dari PDAM.
2. Simulasi Pemodelan Jaringan Pipa Distribusi menggunakan hasil pemetaan pipa distribusi yang diolah dengan *software Epanet*. Hasil dari simulasi tersebut dapat digunakan untuk melakukan analisis terhadap kondisi jaringan pipa distribusi yang sebenarnya di lapangan. Hasil dari simulasi *Epanet* menunjukkan adanya *negative pressure* pada jam-jam tertentu, yang menunjukkan belum seimbangnnya *supply* air di Wilayah IV kelurahan Sidomulyo yang mencakup RW I, II, dan IV. Hasil lain dari simulasi *Epanet* menunjukkan kondisi *pressure* tertinggi sebesar 59,91 m, kondisi *head* tertinggi sebesar 89,82 m pada *node* 2, kondisi *flow* (debit aliran) tertinggi sebesar 8,54 LPS, kondisi *velocity* (kecepatan aliran) tertinggi sebesar 0,92

m/s, dan kondisi *Unit headloss* (kehilangan tekanan) tertinggi sebesar 35,70 m/km. Dimana kondisi-kondisi tersebut dapat mengakibatkan permasalahan dari jaringan pipa distribusi seperti pecah pipa dan kebocoran pipa.

3. Tingkat kehilangan air/kebocoran tertinggi pada tahun 2012 terdapat pada bulan Desember yaitu sebesar 10785 m<sup>3</sup> dan pada tahun 2013 terdapat pada bulan Januari yaitu sebesar 6298 m<sup>3</sup>. Dari hasil analisa EPANET, diperoleh daerah yang mengalami estimasi rawan kebocoran adalah wilayah VI.

### SARAN

Dari kegiatan penelitian ini dapat ditulis saran sebagai berikut :

1. Sebelum melakukan penelitian sebaiknya, melakukan studi literatur lebih mendalam mengenai permasalahan yang terjadi.
2. Pelaksanaan survei lapangan seharusnya di lakukan bersama petugas lapangan supaya mengetahui letak pipa secara detail.
3. Pembacaan Watermeter dilakukan sendiri sehingga data yang didapat lebih valid.
4. Sebaiknya PDAM menerapkan DMA (*District Metering Area*), supaya mengetahui wilayah yang mengalami kebocoran.
5. Peneliti harus mengetahui kondisi lapangan lebih detail untuk mengetahui perbandingan hasil simulasi dengan kondisi sebenarnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, 2013. *Laporan Bagian Distribusi*, PDAM Tirta Dharma Kabupaten Demak
- Darmawan, Novi. 2012. *Pengenalan Dasar Program EPANET 2.0*. Pontianak. Pelatihan Integrasi GPS dan EPANET TEC Perpamsi KALBAR.
- Fatmawati, Leily. 2008. *ANALISIS JARINGAN PIPA PDAM KABUPATEN KUDUS DI KELURAHAN UNDAAN KIDUL DENGAN EPANET*. Semarang : Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang.

- Kurniawan, Ikhwan. 2013. *Penerapan GIS dalam Membantu Program Penurunan Kebocoran*. Banten. Makalah GIS PDAM.
- Laila N, Arief, 2008. *Laporan Pengabdian Kepada Masyarakat, Pelatihan GPS Untuk Pemetaan Jaringan Distribusi PDAM Kabupaten Demak*. Semarang :Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- PDAM, 2011. *Profil PDAM*. Demak. Monitoring dan Evaluasi PDAM.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan dan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Pusdiklat, 2012. *Integrasi GPS ke Program EPANET*. Pontianak. Pelatihan Integrasi GPS dan EPANET TEC Perpamsi KALBAR.
- Rossman, Lewis, A. 2000. *EPANET Users Manual*. United States: Environmental Protection Agency.
- Standar Perencanaan Perkotaan, Dept, PU
- Suhardi. 2007. *KAJIAN SPASIAL TINGKAT PELAYANAN AIR BERSIH DI PERUMAHAN LIMBANGAN BARU KABUPATEN BANJARNEGARA*. Semarang : PROGRAM PASCA SARJANA Universitas Diponegoro
- Wicaksono, Budi, dkk. 2004. *Perencanaan Jaringan Sarana Air Bersih Berbasis SIG Di IKK Brangsong Kabupaten Kendal*. Semarang :Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Zaman, Badrus, dkk. 2008. *Aplikasi EPANET*. Semarang : Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.